

Les travaux actuels de la correction du Rhône en Valais

par Ch. de TORRENTE

Conférence donnée à la séance de Châteauneuf, le 4 juin 1939

Si nous jetons un coup d'œil rétrospectif sur la correction du Rhône, nous devons reconnaître que les travaux exécutés par les générations précédentes ont eu les plus heureux résultats. En effet, avant la correction du Rhône, la plaine tout entière était le domaine du fleuve. Seuls émergeaient les cônes de déjection des affluents et quelques rares îlots formés par des éboulis ; sur ces parties plus élevées, les localités se sont édifiées et les cultures se sont développées ; dans la plaine elle-même il n'y avait que quelques taillis que l'on nommait « les Iles » et des marécages sur lesquels le Rhône serpentait au gré de son désir ; tandis qu'à l'heure actuelle la vallée s'est transformée en un magnifique jardin qui fait la joie et le bien-être de nos populations.

Aussi notre reconnaissance doit-elle aller aux autorités clairvoyantes, aux techniciens, pionniers de cette œuvre que l'on peut qualifier de gigantesque pour l'époque où elle a été entreprise, à la laborieuse population agricole, à tous ceux enfin qui ont été les animateurs et les artisans d'une transformation si rapide et si complète.

Une ombre malheureusement reste au tableau : c'est l'exhaussement continu du lit du Rhône spécialement dans le centre du canton ; cette constatation a été presque dès le début le souci de tous ceux qui s'en sont occupés, et demeure la préoccupation de notre génération.

Le Rhône est un fleuve de caractère torrentiel qui présente des variations très brusques ; son débit qui, au pont de Sion, tombe en hiver en-dessous de 20 m³ sec., a atteint, au moment des crues exceptionnelles, 760 m³. Il suffit d'une chaleur élevée et persistante ou d'un gros orage pour que ses eaux s'enflent

d'une façon démesurée et deviennent menaçantes ; les affluents qui l'alimentent ont, presque tous, leurs sources dans des régions escarpées et dénudées situées bien au-dessus de la zone cultivable ; ils lui parviennent chargés d'abondantes quantités de gravier qu'il ne lui est pas toujours possible de digérer. Autrefois, quand le Rhône jouissait d'une entière liberté, ces matériaux se déversaient dans la plaine et provoquaient de continuels déplacements du cours du fleuve, qui, lentement, et méthodiquement, formait son cône ; mais maintenant qu'il a été endigué, les matériaux qui ne sont pas entraînés se déposent dans son lit dont le plafond s'exhausse.

L'encombrement du lit a également pour cause les nombreuses ruptures de digues que l'on a subies au cours des dernières décades. En effet, lorsqu'il se produit une brèche, une partie du Rhône se déverse dans la plaine, et la portion du débit qui reste dans le fleuve n'a plus la force nécessaire pour entraîner le charriage qui arrive jusque là ; une partie des matériaux doit se déposer dans le lit, y provoque un point haut sur lequel s'établit le profil nouveau.

A ces exhaussements du lit, correspondait tout naturellement une surélévation des hautes eaux ; afin de protéger la plaine, force était d'exhausser les digues ; il en résultait que le Rhône s'élevait périodiquement, se détachait de plus en plus en relief sur le niveau de la plaine ; le danger d'inondation s'accroissait et le fonctionnement normal des canaux d'assainissement était compromis.

Le problème qui s'imposait de plus en plus à l'attention des organes publics, était de chercher à augmenter la puissance de charriage du Rhône, afin de supprimer ou tout au moins de réduire les quantités de matériaux qui se déposaient dans son lit.

Ici je voudrais exposer quelques considérations d'ordre général sur le charriage des rivières.

De nombreuses études ont été faites et poursuivies afin de déterminer les lois qui régissent l'entraînement des graviers. Depuis quelques années, dans les laboratoires hydrauliques annexés aux grandes écoles techniques supérieures, on multiplie les essais sur modèles réduits afin d'étudier cette question qui revêt une importance capitale dans l'étude des corrections fluviales.

Mais il est de prime abord facile de concevoir les difficultés quasi infranchissables qui se présentent au savant qui veut

reproduire au laboratoire la vie et le régime d'un fleuve avec ses violences et ses fantaisies.

Si, d'une part on connaît d'une façon parfaite le débit liquide d'un fleuve grâce aux nombreuses stations limnigraphiques que le Service fédéral des Eaux a installées de tous côtés, débit qui peut donc être reproduit très fidèlement au laboratoire sur un modèle réduit, nous devons constater d'autre part, à notre grande confusion, que nous connaissons encore bien mal la manière dont s'écoulent des graviers.

Voici en effet comment s'exprime à ce sujet, dans une étude publiée en 1929 sur l'entraînement des graviers, M. Ivan Wilhelm, ingénieur des Ponts et Chaussées, qui a exécuté en France d'importantes corrections fluviales, et dont l'opinion fait autorité dans ce domaine.

« On cherche vainement, dans la bibliographie concernant cette branche de l'hydrologie, des ouvrages traitant de la détermination du volume des matériaux que les rivières charrient par roulement sur le fond, ou, plus exactement, du volume des graviers que transportent les rivières à courant rapide, étant entendu que le mot gravier s'applique à l'ensemble des matériaux qui constituent le lit d'une telle rivière : galets et cailloux plus ou moins gros, dont les vides sont remplis par du sable plus ou moins argileux. On ne sait rien, ou pas grand'chose, des lois qui régissent l'entraînement des graviers dans ces rivières. »

Il a été permis dans des cas spéciaux de déterminer la quantité totale des matériaux entraînés pendant une période d'une durée connue ; tel est le cas par exemple quand une rivière se jette dans un lac, il est possible de mesurer le delta qu'elle y forme et d'en suivre les variations au cours des temps.

Il est sans doute aisé de concevoir que la quantité des alluvions entraînées est fonction du débit d'un cours d'eau, de sa pente, de la nature et de la forme de son lit, de la dimension des galets ; il est par contre extrêmement difficile de fixer dans quelle mesure interviennent ces divers facteurs.

Le mouvement des graviers dans un fleuve est bien complexe ; on est loin de se trouver en présence d'un mouvement rectiligne, uniforme et régulier. Tandis que les matériaux légers, sables et limons, se trouvent en suspension, chassés comme le vent

chasse la fumée, les matériaux lourds roulent et glissent au fond de l'eau ; les graviers de moyennes dimensions sont soulevés par les tourbillons ascendants à axes verticaux, puis retombent au fond pour être entraînés et aspirés par de nouveaux tourbillons.

Au moment de l'étiage les eaux sont claires et limpides, aucun charriage ne se produit ; lorsque et à mesure que les eaux montent, la quantité de matériaux entraînés augmente, et pendant les crues exceptionnelles on admet généralement que tout le fond du lit est en mouvement.

En une seule journée de hautes eaux, la masse de graviers transportés peut être plus forte que celle charriée en quelques mois par des eaux moyennes.

De plus, chaque fleuve a son individualité, son caractère personnel ; pour le même fleuve, chaque crue offre ses particularités ; ainsi au Rhône les quantités de matériaux entraînés sont très différentes, selon que la crue est provoquée par une chaleur excessive ou par un violent orage ; dans le premier cas ce sont les rivières provenant des glaciers qui donnent de hautes eaux ; ces rivières ont des lits relativement stables, pavés de gros blocs ; tandis que dans le second cas, une quantité de rivières, de ravins n'ayant pas ou peu d'eau pendant une partie de l'année se transforment en torrents furieux qui rongent leurs berges et entraînent d'abondantes masses d'alluvions.

En présence de la complexité, de la diversité des facteurs qui interviennent, on peut se rendre compte combien il est difficile de définir leur rôle et de l'exprimer dans une formule.

Ces difficultés n'ont heureusement pas découragé les hommes de science qui s'efforcent de jeter un peu de lumière dans ce domaine.

Je citerai tout d'abord une formule que M. Wilhelm a établie mathématiquement, et qui indique que le poids du galet charrié varie avec la 6^{me} puissance de la vitesse.

$$P = k. v^6$$

Cette loi montre que si la vitesse passe de 1 à 2, le poids du galet charrié passe de 1 à 64.

D'autre part des observations faites au Rhin par des ingénieurs allemands ont permis de constater qu'avec une vitesse de

1,59 m./sec. le poids du galet charrié était de 1 kg. ; avec une vitesse de 1,80 m./sec., le poids du galet entraîné devient 2,5 kg.

Si dans la formule $\frac{P}{P_1} = \frac{v^6}{v_1^6}$ qui découle de la première, ou $P = \frac{P_1 \cdot v^6}{v_1^6}$

on substitue à P_1 et v_1 successivement les valeurs respectives de 1 kg. et 1,59 m./sec., puis de 2,5 kg. et 1,80 m./sec., on obtient

$$\text{dans le premier cas } P = \frac{1 \cdot v^6}{1,59^6} = \underline{0,06 \cdot v^6}$$

$$\text{dans le second cas } P = \frac{2,5 \cdot v^6}{1,80^6} = \underline{0,07 \cdot v^6}$$

Nous prendrons la première de ces formules puisqu'elle donne un résultat un peu moins favorable.

Si nous cherchons d'après cette formule le poids du galet charrié qui correspond aux diverses vitesses, nous obtenons

V = 2 m./sec.	P = 4 kg.
3 »	44 »
4 »	250 »
5 »	970 »
6 »	2900 »
7 »	7300 »
8 »	16200 »

Cette formule montre la rapidité presque incroyable avec laquelle le poids du galet grandit en fonction de la vitesse.

Ceci fait ressortir l'importance extrême qu'il y a de réduire la vitesse d'une rivière qui creuse et affouille son lit, et inversement de l'augmenter dans le cas d'un fleuve dont le lit s'exhausse, ou, autrement dit, qu'il est possible d'améliorer les conditions d'écoulement des graviers avec une augmentation relativement peu considérable de la vitesse.

A titre d'exemple je citerai qu'il y a quelques années nous voulions empêcher le Rhône de trop creuser son lit en un certain point du Bois de Finges ; dans ce but, nous avions échoué dans le lit quelques blocs de béton mesurant 4 m. 20 de longueur et ayant une section carrée de 1 m. 20 de côté, faisant donc un volume de 6 m³ et pesant environ 15,000 kg. Trois de ces blocs ont été entraînés par le courant et ont été retrouvés plus en aval.

La formule précédente de M. Wilhelm indique la relation entre la vitesse et le poids du galet entraîné. Je vous signalerai maintenant deux formules qui donnent une méthode de calculer la masse des graviers charriés.

1. La formule proposée par M. le prof. Meyer-Peter à la suite d'observations et d'études faites au laboratoire hydraulique de l'E. P. F. à Zurich ; cette formule a été publiée dans la *Bau-Zeitung* en 1934-1935.

$$q^{2/3} \frac{I}{d} = a + b \cdot \frac{g^{2/3}}{d}$$

Dans cette formule

q = débit liquide en kg./sec. par m. l. de largeur du lit

g = débit de gravier en kg./sec. par m. l. de largeur du lit

I = pente

d = diamètre du galet caractéristique, celui-ci étant défini de la façon suivante : le galet caractéristique d'une masse de gravier est celui dont les dimensions dépassent celles du 35 % des éléments qui la composent. a et b sont des constantes qui dépendent de la densité des matériaux charriés ; pour la densité de 2,6, $a = 17$ et $b = 0,4$.

Suivant les indications données au début par le laboratoire, cette formule était applicable dans le cas où tous les galets étaient de même dimension ; et il fut reconnu par la suite qu'elle était également applicable pour les mélanges de graviers dont la granulométrie varie de 6 à 40 mm.

2. La formule de M. Wilhelm obtenue par le calcul en faisant un certain nombre d'hypothèses.

$$q = \frac{\alpha \cdot J^{2.1} \cdot Q^{2.8}}{L^{1.8}}$$

q = gravier entraîné, J = pente, Q = débit, L = largeur du lit, α est un coefficient qui dépend de la dimension des galets et de la nature plus ou moins argileuse des sables et limons qui agglutinent les graviers.

Cette formule montre comment la masse des graviers entraînés croît avec la pente et le débit, et diminue de valeur quand la largeur du lit augmente.

Elle indique également que si l'on restreint la largeur du lit, le fleuve se contente d'une pente plus faible pour entraîner la même quantité de graviers.

Le débit moyen annuel du Rhône à la Porte du Scex, donc tout près de son embouchure au Lac Léman, a été de 187 m³ sec. pour la période de 24 ans allant de 1914 à 1937 ; ce qui représente un apport liquide annuel de 5,9 milliards de m³.

Les recherches de M. Forel nous indiquent d'autre part que l'apport annuel des alluvions amenées au lac par le Rhône dépasse 3,000,000 m³ ; en admettant pour ce matériel une densité de 1,8, nous obtenons un charriage annuel de 5,400,000 tonnes ; le rapport entre les poids des débits liquide et solide est donc approximativement égal à 1000.

Ces chiffres montrent l'extrême bonne volonté dont le Rhône fait preuve dans la lutte qu'il mène avec opiniâtreté contre le danger de son engravement ; il importe de le seconder dans l'effort gigantesque qu'il fournit et de lui faciliter la tâche.

A la fin du siècle dernier à la suite des inondations de 1895 et 96 une commission avait recherché les moyens aptes à obtenir le creusage du lit. Elle avait envisagé :

1. le raccourcissement du lit en y opérant des redressements et des coupures,
2. l'abaissement du seuil du Bois-Noir,
3. le rétrécissement de la section.

Ces moyens avaient été écartés par les experts qui les jugèrent insuffisants et irréalisables.

Mais, depuis lors, le Rhône a continué de s'exhausser, et il faut à tout prix enrayer cette tendance qui augmente, d'année en année, le danger pour la plaine d'être saccagée et ravagée par une inondation. De plus la valeur des terrains à sauvegarder, à mesure que les cultures se développent et que des constructions s'édifient, va sans cesse en s'accroissant, et exige d'autant plus que des mesures énergiques et efficaces soient prises pour les protéger.

A cet effet, d'entente avec l'Inspection fédérale des Travaux publics, le Conseil d'Etat du Canton du Valais décida en 1928 d'entreprendre la correction du Rhône à Dorénaz, dont le projet prévoyait le rétrécissement de la section.

Si nous considérons le profil en long du Rhône, nous remarquons que l'embouchure de la Drance en forme un point haut. Ce fait n'a rien d'étonnant si l'on considère la dimension énorme

des galets que la Drance amène au Rhône ; il répond du reste à une loi naturelle qui veut que les affluents impriment quelque peu leur caractère au fleuve qui les reçoit ; cette influence est d'autant plus grande que le débit de l'affluent se rapproche davantage de celui de l'émissaire.

En vertu de ce principe la Drance tend à exhausser le Rhône afin que celui-ci prenne une pente plus voisine de la sienne.

En aval de la Drance, la pente du Rhône est de 2,1 pour mille et en amont elle n'est que de 0,9 pour mille. L'arrivée de la Drance provoque donc un véritable seuil dans le lit du Rhône et il saute aux yeux de chacun que l'abaissement de ce point constituerait une réelle amélioration du profil en long.

D'autre part, depuis la construction de l'usine de la Ville de Lausanne au Bois-Noir, le plafond du Rhône, à la hauteur du barrage d'Evionnaz s'est abaissé de 85 cm. ; l'influence de cet abaissement se fait sentir jusqu'à l'ancien pont de Dorénaz.

Il a paru dès lors judicieux de choisir ce point où le Rhône a tendance à creuser, comme origine de cette correction de Dorénaz. A proprement parler, l'ancienne correction du Rhône constituait déjà un resserrement de la section, mais le lit mineur compris entre les têtes d'épis était mesuré de manière à contenir seulement les basses eaux.

Le projet de Dorénaz comportait la construction, sur chaque rive, d'un cordon d'enrochement dans la ligne des têtes d'épis, le dessus de cet enrochement se trouvant à 60 cm. au-dessus des épis.

On créait ainsi deux digues submersibles longitudinales qui formaient un lit mineur de capacité sensiblement supérieure à celui qui était autrefois compris entre les épis. Afin de faciliter le colmatage entre le cordon d'enrochement et la digue insubmersible, on y construisit des traversières en pierres et fascinages destinées à arrêter et fixer les limons. Par la suite on améliora la section du profil en remplissant le vide entre l'enrochement et la digue au moyen de matériaux dragués disposés en forme de glacis.

Les profils relevés au cours des travaux par l'Inspection fédérale des Travaux publics montrèrent que le plafond du Rhône s'était abaissé de façon réjouissante.

Pendant ce temps le Rhône continuait de s'exhausser dans le centre du canton ; dans le Haut-Valais également, entre Viège et Brigue, la situation devenait inquiétante ; la Commune de Viège et la Direction des Usines de la Lonza demandaient instamment au Département des Travaux publics de prendre des mesures afin de protéger les terrains agricoles et les installations industrielles qui se trouvent dans la plaine de Viège.

Estimant que le type adopté à Dorénaz pourrait être avantageusement appliqué à Viège, le Département proposa à l'administration de Viège et à la Direction de la Lonza de visiter les travaux de Dorénaz ; cette inspection eut pour conséquence de mettre sur pied le projet de correction du Rhône entre l'embouchure de la Viège et le pont de Lalden, projet qui reçut l'approbation des autorités fédérales et cantonales.

Les heureux résultats obtenus à Dorénaz nous permirent d'être plus audacieux dans la détermination du profil à adopter à Viège ; alors qu'à Dorénaz la crête du lit mineur se trouvait à une hauteur de 60 cm. au-dessus de l'étiage, à Viège cette hauteur fut portée à 1 m. 20.

Le lit mineur était compris entre deux glacis de matériaux dragués, protégés contre l'action érosive du courant par un enrochement de gros blocs.

Ces travaux commencés en 1930 furent achevés en printemps 1933. Ils confirmèrent les résultats de Dorénaz et donnèrent une preuve de plus de l'efficacité de la solution adoptée.

Abaissement de 1 m. au pont de Lalden, qui fait sentir son effet jusqu'en amont de l'embouchure de la Gamsa.

Fort de ces deux expériences, le Département des Travaux publics estima qu'il était de son devoir de proposer instamment l'application de ce système dans le centre du canton où l'exhaussement du lit, se poursuivant avec une régularité déconcertante, rendait la situation intolérable.

Il eût été, en effet, impardonnable d'assister impassible à cette augmentation du danger, alors qu'on avait entre les mains les moyens d'y parer.

Les résultats de Viège ayant démontré que l'influence d'une section corrigée se faisait encore percevoir quelques km. en amont, un projet fut dressé qui comprenait la correction de 8 sections

réparties entre Sierre et Martigny, mais suffisamment rapprochées l'une de l'autre pour que chacune d'elles exerce son influence jusqu'à l'aval de la section supérieure.

La longueur de ces sections variait de 1 $\frac{1}{2}$ à 3 km.

Ce projet immédiatement soumis à l'Inspection fédérale des Travaux publics et approuvé par celui-ci, fut également admis par le Conseil d'Etat en janvier 1935.

Les 8 sections à corriger ont été réparties le long du Rhône de la manière suivante :

1. du pont de Branson au pont de Fully,
2. de l'ancien pont de la Solverse jusqu'en amont du domaine de la Sarvaz,
3. du pont de Saillon jusqu'à 1 km. en amont du pont de Riddes,
4. à l'embouchure de la Lizerne (1 km. en amont et $\frac{1}{2}$ km. en aval),
5. à l'embouchure de la Morge et de la Printze,
6. à Chandoline, sur Sion,
7. de l'embouchure de la Borgne au Pont de St-Léonard,
8. au Pont de Granges (1 et $\frac{1}{2}$ km. en aval et 1 km. en amont).

Le profil type est établi sur la même base que pour la correction de Viège, avec la modification que la crête de l'enrochement est fixée à 2 m. en place de 1 m. 20 au-dessus de l'étiage.

Les résultats acquis sont intéressants et permettent d'espérer une réelle amélioration des conditions d'écoulement du Rhône.

Le devis total de ces travaux, y compris la fermeture des brèches de 1935 à Conthey et Chamoson, les exhaussements des digues, les relevages de ponts, les dragages aux Follatterres, les réparations des dégâts causés par l'inondation aux canaux d'assainissement, s'élève à fr. 5,000,000.—.

Ces travaux ont été approuvés par l'arrêté fédéral du 22 IV 1936 et par décret du Grand Conseil valaisan du 12 V 1936.

Sans vouloir m'étendre sur le côté financier d'une telle correction, il convient de souligner qu'une œuvre semblable constitue une lourde charge pour les communes du périmètre et qu'elle n'aurait pas pu être entreprise sans l'appui large et généreux des pouvoirs publics.

Comme ces travaux ont été exécutés en étroite, intime et amicale collaboration avec l'Inspection fédérale des Travaux publics, je faillirais à mon devoir si je ne venais ici témoigner ma reconnaissance à l'ancien inspecteur fédéral en chef M. de Steiger et à M. l'inspecteur Rod pour les conseils judicieux et éclairés, ainsi que pour la bienveillance que j'ai sans cesse trouvés auprès d'eux.

J'arrive au terme de ma brève communication, où j'ai cherché à exposer la nature de la correction entreprise et les résultats que nous en attendons.

Dans la réalisation de cette œuvre, nous nous sommes efforcés de faciliter le Rhône dans son travail, et avons appliqué la formule que disait, non sans humour, l'ancien inspecteur fédéral Rod : « Avec le Rhône il faut être poli et ne le point contrarier ». Animé de cet esprit, nous lui préparons un lit confortable dont nous souhaitons qu'il s'y trouve à l'aise et qu'il ne cherche pas à le quitter.

Juin 1939.
